

PAT-NO: JP410241123A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10241123 A  
TITLE: MAGNETORESISTANCE EFFECT HEAD  
PUBN-DATE: September 11, 1998

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
HAYASHI, KAZUHIKO

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
NEC CORP N/A

APPL-NO: JP09046443  
APPL-DATE: February 28, 1997

INT-CL (IPC): G11B005/39 , G01R033/09 , H01F010/08 , H01L043/08

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To introduce external magnetic field into a magnetic reluctance effect element, and to obtain greater reproducing output and good frequency characteristic by arranging a yoke or a flux guide to introduce external magnetic field on a magnetoresistance effect element through a magnetic insulating layer or a soft magnetic layer.

SOLUTION: A non-magnetic insulator 9 such as alumina, SiO<sub>2</sub>, etc., is filled into a groove formed on a ferromagnetic substrate 8 such as NiZn ferrite, MnZn ferrite, etc. A magnetoresistance effect element 1 is formed on the non-magnetic insulator 9, and a yoke 5 is formed to overlap with the magnetoresistance effect element 1 through an electrode 10, a magnetic insulating layer 14 (e.g. MnZn ferrite, NiZn ferrite), and a non-magnetic insulating layer 11 (e.g. alumina, SiO<sub>2</sub>). A longitudinal bias layer for magnetic reluctance effect element magnetic domain control (e.g. CoCrPt, CoCr) is used for a lower part of the electrode 10. The longitudinal bias layer is provided to partially overlap or contact with the magnetoresistance effect element.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子をABS面から離れた位置に設け、この磁気抵抗効果素子に対して外部磁界を導くヨーク又はフラックスガイドを非磁性絶縁層を介して当該磁気抵抗効果素子に配置した磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記非磁性絶縁層に代えて磁性絶縁層を用いることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項2】 磁気抵抗効果素子をABS面から離れた位置に設け、この磁気抵抗効果素子に対して外部磁界を導くヨーク又はフラックスガイドを非磁性絶縁層を介して当該磁気抵抗効果素子に配置した磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記非磁性絶縁層に代えて軟磁性層を用いることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項3】 前記磁性絶縁層がNiZnフェライト、MnZnフェライト又はMgZnフェライトからなる、請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項4】 前記磁気抵抗効果素子が下地層/反強磁性層/固定磁性層/非磁性層/自由磁性層からなり、前記固定磁性層にCo、Ni及びFeからなる群から選ばれた単体、合金又は積層膜を用い、前記自由磁性層にアモルファス磁性材料、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb若しくはCoZrMoNiの合金を用いる、請求項1、2又は3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項5】 前記磁気抵抗効果素子が下地層/反強磁性層/固定磁性層/第1MRエンハンス層/非磁性層/第2MRエンハンス層/自由磁性層からなり、前記固定磁性層にCo、Ni及びFeからなる群から選ばれた単体、合金又は積層膜を用い、前記第1及び第2MRエンハンス層にアモルファス磁性材料、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb若しくはCoZrMoNiの合金を用いる、

請求項1、2又は3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項6】 前記自由磁性層に第1固定磁性層/非磁性層/第2固定磁性層からなるサンドイッチ膜を用いる、請求項4又は5記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項7】 前記固定磁性層に第1固定磁性層/非磁性層/第2固定磁性層からなるサンドイッチ膜を用いる、請求項4又は5記載の磁気抵抗効果素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録媒体に記録した情報信号を読み取るための磁気抵抗効果素子を備

えた磁気抵抗効果ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来技術では、磁気抵抗(MR)センサ又は磁気抵抗効果(MR)ヘッドと呼ばれる磁気読み取り変換器が開示されており、これは、大きな線形密度で磁性表面からデータを読み取れることがわかっている。MRセンサは、読み取り素子によって感知される磁束の強さと方向の関数としての抵抗変化を介して磁界信号を検出する。こうした従来技術のMRセンサは、MR素子の抵抗の1成分が磁化方向と素子中を流れる感知電流の方向の間の角度の余弦の2乗に比例して変化する、異方性磁気抵抗(AMR)効果に基づいて動作する。AMR効果のより詳しい説明は、D. A. トムソン(Thompson)等の論文"Memory, Storage, and Related Applications" IEEE Trans. on Mag. MAG-11, p. 1039 (1975)に記載されている。AMR効果を用いた磁気ヘッドではバルクハウゼンノイズを抑えるために縦バイアスを印加することが多い。この縦バイアス印加材料として、FeMn、NiMn、ニッケル酸化物などの反強磁性材料を用いる場合がある。

【0003】さらに最近には、積層磁気センサの抵抗変化が、非磁性層を介する磁性層間での電導電子のスピン依存性伝送、及びそれに付随する層界面でのスピン依存性散乱に帰される、より顕著な磁気抵抗効果が報告されている。この磁気抵抗効果は、「巨大磁気抵抗効果」や「スピン・バルブ効果」など様々な名称で呼ばれている。このような磁気抵抗センサは、適当な材料でできており、AMR効果を利用するセンサで観察されるよりも、感度が改善され、抵抗変化が大きい。この種のMRセンサでは、非磁性層で分離された1対の強磁性体層の間の平面内抵抗が、2つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する。

【0004】特開平2-61572号公報には、磁性層内の磁化の反平行整列によって生じる高いMR変化をもたらす積層磁性構造が記載されている。積層構造で使用可能な材料として、上記公報には強磁性の遷移金属及び合金が挙げられている。また、中間層により分離している少なくとも2層の強磁性層の一方に反強磁性層を付加した構造、及び反強磁性層としてFeMnが適当であることが開示されている。

【0005】特開平4-358310号公報には、非磁性金属体の薄膜層によって仕切られた強磁性体の2層の薄膜層を有し、印加磁界が零である場合に2つの強磁性薄膜層の磁化方向が直交し、2つの非結合強磁性体層間の抵抗が2つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する、センサ中を通る電流の方向とは独立な、MRセンサが開示されている。

【0006】特開平6-203340号公報には、非磁性金属材料の薄膜層で分離された2つの強磁性体の薄膜

層を含み、外部印加磁界がゼロのとき、隣接する反強磁性体層の磁化が他方の強磁性体層に対して垂直に保たれる、上記の効果に基づくMRセンサが開示されている。

【0007】特開平7-262529号公報には、第1磁性層/非磁性層/第2磁性層/反強磁性層の構成を有するスピンバルブであって、特に第1及び第2磁性層にCoZrNb, CoZrMo, FeSiAl, FeSi, NiFe又はこれにCr, Mn, Pt, Ni, Cu, Ag, Al, Ti, Fe, Co, Znを添加した材料を用いた磁気抵抗効果素子が開示されている。

【0008】特開平7-320237号公報には、保磁力の異なった2種類以上の磁性薄膜が非磁性層を介して積層され、繰返し積層回数が2以上の人工格子磁気抵抗効果膜に対し、非磁性絶縁層を介してヨークを配置したヨーク型磁気抵抗効果素子において、前記隣り合う磁性薄膜の各々の保磁力をHC2, HC3 ( $0 < HC2 < HC3$ )としたとき、保磁力がHC3の磁性薄膜における磁化を飽和させた後の磁場ゼロでの磁化方向をY軸、また前記磁気抵抗効果膜の膜面に垂直に磁気抵抗効果膜からヨークへ向かう方向をZ軸としたときに定められるX軸の負の方向へ、磁気抵抗効果膜に電流を流すことを特徴とする磁気抵抗効果素子が開示されている。

【0009】応用磁気学会誌, p. 113~116, Vol. 19, No. 2, 1995には異方性磁気抵抗効果素子を用いたフラックスガイド型再生ヘッドの実施例が記述されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】現在主流に用いられているシールド型の磁気抵抗効果ヘッドは、磁気抵抗効果素子がヘッド浮上面(ABS面)に露出していることにより潜在的に腐食及び低耐久性の問題がある。一方、磁気抵抗効果素子をABS面から後退させ、外部磁界を軟磁性ヨーク又はフラックスガイドを介して磁気抵抗効果膜に誘導する構造のヨーク型又はフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドの場合、再生波形の対称性が大きく改善され、磁気抵抗効果膜の腐食の問題がなくなり、耐久性に優れるという利点がある。しかし、ヨーク型又はフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドの場合には、ヨーク又はフラックスガイドにおける磁束の損失によって、再生出力がシールド型人工格子磁気抵抗効果素子と比較して大幅に減少するという問題があった。

【0011】

【発明の目的】本発明の目的は、ヨーク型又はフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁気抵抗効果素子の再生出力の向上を図ることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では、磁気抵抗効果素子に対し、非磁性絶縁層を介してヨーク又はフラックスガイドを配置したヨーク型又はフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、非磁性絶縁層の代わり

に磁性絶縁層又は軟磁性層を用いる。これにより漏れ磁界を有効に導くことができるようになり、再生出力の向上を図ることができる。従来は、非磁性絶縁層として非磁性材料を用いていたためにそこでの磁束の漏れが生じやすく、媒体からの漏れ磁界を有効に素子部に導くことができなかった。

【0013】一方、下地層/反強磁性層/固定磁性層/非磁性層/自由磁性層という構成の磁気抵抗効果素子において、固定磁性層にCo, Ni, Feをベースにするグループからなる単体、合金、又は積層膜を用い、自由磁性層にアモルファス磁性材料、又はCoFeB, CoZrMo, CoZrNb, CoZr, CoZrTa, CoHf, CoTa, CoTaHf, CoNbHf, CoZrNb, CoHfPd, CoTaZrNb, CoZrMoNi等の合金を用いる。

【0014】又は、下地層/反強磁性層/固定磁性層/第1MRエンハンス層/非磁性層/第2MRエンハンス層/自由磁性層という構成の磁気抵抗効果素子において、第1、第2MRエンハンス層にアモルファス磁性材料、又はCoFeB, CoZrMo, CoZrNb, CoZr, CoZrTa, CoHf, CoTa, CoTaHf, CoNbHf, CoZrNb, CoHfPd, CoTaZrNb, CoZrMoNi等の合金を用いる。

【0015】これらの構造では、反強磁性層直上に固定磁性層があるために、固定磁性層の磁気的特性として特に重要な要素である交換結合磁界の大きさは、下地層/反強磁性層/固定磁性層の構成により決まり、その上に積層されるエンハンス層や自由磁性層の影響を受けない。

【0016】従って、下地層/反強磁性層/固定磁性層を十分大きな交換結合磁界が得られる構成にしておけば、磁気抵抗効果素子としても固定磁性層に十分な交換結合磁界を付与されたものとなり、安定な素子動作が得られる。さらに、上記材料はCoを主成分とするために固定層やエンハンス層に用いた場合に、高い磁気抵抗変化率を得ることができる。さらに、上記材料は比抵抗が大きいので比抵抗と抵抗変化率との積である抵抗変化量としても大きな値を得ることができ、結果として大きな再生出力を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明を適用したヨーク型の磁気抵抗効果ヘッドとしては図1のような形のもの、フラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドとしては図2のような形のものを用いることができる。

【0018】図1のタイプでは、強磁性体基板8(例えば、NiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライト等)には溝が形成され、この溝には非磁性絶縁体9(例えば、アルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等)が充填される。この非磁性絶縁体9上に磁気抵抗効果素

5

子1を形成し、電極10（例えば、Au：）及び磁性絶縁層14（例えば、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト等）及び非磁性絶縁層11（例えば、アルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等）を介してヨーク5（例えば、NiFe、CoZr、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト等）が、磁気抵抗効果素子1とオーバーラップするように形成されている。電極10の下部には、磁気抵抗効果素子磁区制御用縦バイアス層（例えば、CoCrPt、CoCr、CoPt、CoCrTa、FeMn、NiMn、Ni酸化物、NiCo酸化物、IrMn、PtPdMn、ReMn等）を用いる。縦バイアス層は磁気抵抗効果素子に一部重なるか接するように設けられている。

【0019】図2のタイプでは、下シールド21（例えば、NiFe、CoZr、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト等）上に非磁性絶縁層22（例えば、アルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等）が形成され、この非磁性絶縁層22上に磁気抵抗効果素子23を形成し、その上にさらに非磁性絶縁層24（例えば、アルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等）及び磁性絶縁層25、フラックスガイド26（例えば、NiFe、CoZr、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi等の合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト等）、非磁性絶縁層27（例えば、アルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン等）、上シールド28（例えば、NiFe、CoZr、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト等）を順次積層させる。磁気抵抗効果素子の両側には電極29及び磁気抵抗効果素子の磁区安定化のための縦バイアス層30（例えば、C

6

oCrPt、CoCr、CoPt、CoCrTa、FeMn、NiMn、Ni酸化物、NiCo酸化物、IrMn、PtPdMn、ReMn等）が磁気抵抗効果素子に一部重なるか、接するように配置されている。また、フラックスガイド上部にはフラックスガイドの磁区安定化のためのバイアス層31（例えば、CoCrPt、CoCr、CoPt、CoCrTa、FeMn、NiMn、Ni酸化物、NiCo酸化物、IrMn、PtPdMn、ReMn等）が設けられている。

10 【0020】これらのヨーク型及びフラックスガイド型素子は、インダクティブコイルによる書き込みヘッド部を形成させることにより、記録再生一体型ヘッドとして用いることができるようになる。以下、フラックスガイド型の場合を例に説明するがヨーク型の場合でも同様である。

【0021】図3は記録再生ヘッドの概念図である。記録再生ヘッドは、本発明の磁気抵抗効果素子を用いた再生ヘッドと、インダクティブ型の記録ヘッドとからなる。ここでは、長手磁気記録用の記録ヘッドとの搭載例を示したが、本発明の磁気抵抗効果素子を垂直磁気記録用ヘッドと組み合わせ、垂直記録に用いてもよい。

【0022】ヘッドは、基体46上に下部シールド膜41、磁気検出部40及び電極47、上部シールド膜42からなる再生ヘッドと、下部磁性膜43、コイル45、上部磁性膜44からなる記録ヘッドとを形成してなる。このとき、上部シールド膜42と下部磁性膜43とを共通にしてもかまわない。このヘッドにより、記録媒体上に信号を書き込み、また、記録媒体から信号を読み取るのである。再生ヘッドの感知部分と、記録ヘッドの磁気ギャップは、このように同一スライダ上に重ねた位置に形成することで、同一トラックに同時に位置決めができる。このヘッドをスライダに加工し、磁気記録再生装置に搭載した。

【0023】図4は本発明の磁気抵抗効果素子を用いた磁気記録再生装置の概念図である。ヘッドスライダ50を兼ねる基板52上に磁気抵抗効果素子54及び電極膜53を形成し、これを記録媒体58上に位置決めして再生を行う。記録媒体58は回転し、ヘッドスライダ50は記録媒体58の上を、0.2μm以下の高さ、又は接触状態で対抗して相対運動する。この機構により、磁気抵抗効果素子54は記録媒体58に記録された磁気的信号を、その漏れ磁界から読み取ることのできる位置に設定されるのである。

【0024】図5及び図6は本発明に用いた磁気抵抗効果素子の膜構成の概念図である。

【0025】図5の例は、下地層101上に反強磁性層102、固定磁性層103、非磁性層105、フリー磁性層107及び保護層108を順次積層した構造である。図6の例は、下地層101上に反強磁性層102、固定磁性層103、第1MRエンハンス層104、非磁

50

性層105、第2MRエンハンス層106、フリー磁性層107及び保護層108を順次積層した構造である。

【0026】このとき、固定磁性層103としては、Co、Ni、Feをベースにするグループからなる単体、合金、又は積層膜を用いる。膜厚は1〜50nm程度が望ましい。

【0027】第1MRエンハンス層104としては、Co、Fe、Ni、NiFeCo、FeCo等、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金又はアモルファス磁性材料を用いる。膜厚は0.5〜5nm程度が望ましい。第1MRエンハンス層を用いない場合は、用いた場合に比べて若干MR比が低下するが、用いない分だけ作製に要する工程数は低減する。

【0028】非磁性層105としては、Cu、Cuに1〜20at%程度のAgを添加した材料、Cuに1〜20at%程度のReを添加した材料、Cu-Au合金等を用いることができる。膜厚は2〜4nmが望ましい。

【0029】第2MRエンハンス層106としては、Co、NiFeCo、FeCo等、又はCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金又はアモルファス磁性材料を用いることができる。膜厚は0.5〜3nm程度が望ましい。第2MRエンハンス層を用いない場合は、用いた場合に比べて若干MR比が低下するが、用いない分だけ作製に要する工程数は低減する。

【0030】フリー磁性層107としては、NiFe、NiFeCo、CoZrNb、CoZrMo、FeCoB、センダスト、窒化鉄系材料、FeCo等の単層、混合物及び積層膜を用いることができる。膜厚は1〜10nm程度が望ましい。フリー磁性層107がNiFe、NiFeCo、FeCoをベースにした材料の場合には、下地層101をTa、Hf、Zr、W等にすることにより、フリー磁性層107及び非磁性層105の結晶性を良好にし、MR比を向上させることができる。

【0031】保護層108としては、Al、Si、Ta、Tiからなるグループの酸化物又は窒化物、Cu、Au、Ag、Ta、Hf、Zr、Ir、Si、Pt、Ti、Cr、Al、Cからなるグループ、又はそれらの混合物を用いることができる。保護層108を用いることにより耐食性は向上するが、用いない場合は逆に製造工程数が低減し生産性が向上する。

【0032】

【実施例】はじめに、従来のスピナル型磁気抵抗効果素子を用いてヨーク型及びフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドを試作した結果を示す。

【0033】はじめに、磁気抵抗効果素子としてFeMn系スピナルを用いて図1のタイプのヨーク型を試作した。このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子1としてはTa(5nm)/NiFe(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/FeMn(10nm)/Ta(2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端部に接するようにCoCrPtとMo下電極層を積層した。

【0034】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図7に示す。また、これらのヘッドを80℃、5000eの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0035】次に、磁気抵抗効果素子としてNiMn系スピナルを用いて図1のタイプのヨーク型素子を試作した。このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子1としてはTa(5nm)/NiFe(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/NiMn(30nm)/Ta(2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端部に接するようにCoCrPtとMo下電極層を積層した。

【0036】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図8に示す。また、これらのヘッドを80℃、5000eの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0037】次に磁気抵抗効果素子としてNiO系スピ  
ンバルブを用いて図1のタイプのヨーク型素子を試作し  
た。このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェ  
ライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi  
酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶  
縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェ  
ライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶  
縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/Ni  
Fe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用い  
た。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒  
体素子1としてはNiO(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3  
nm)/Cu(2.5nm)/NiFe(3nm)/Ta  
(2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工  
して用いた。この端部に接するようにCoCrPtとM  
o下電極層を積層した。

【0038】このヘッドを図3のような記録再生一体型  
ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記  
録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μ  
m、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保  
磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生  
出力を測定した場合の諸特性を図9に示す。また、こ  
れらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行  
ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化  
しなかった。

【0039】次に、磁気抵抗効果素子としてFeMn系  
スピバルブを用いて図2のタイプのフラックスガイド  
型素子を試作した。このとき、強磁性体基板8として  
はNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9と  
してはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、  
磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェ  
ライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶  
縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/Ni  
Fe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用い  
た。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒  
体素子1としてはTa(5nm)/Ni  
Fe(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe  
10(3nm)/FeMn(10nm)/Ta(2nm)  
をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用い  
た。この端部に接するようにCoCrPtとMo下電極  
層を積層した。

【0040】このヘッドを図3のような記録再生一体型  
ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記  
録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μ  
m、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保  
磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生  
出力を測定した場合の諸特性を図10に示す。また、こ  
れらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行  
ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化

しなかった。

【0041】次に磁気抵抗効果素子としてNiMn系ス  
ピンバルブを用いて図2のタイプのフラックスガイド型  
素子を試作した。このとき、強磁性体基板8としてはN  
iZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9とし  
てはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、  
磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、Mn  
Znフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、  
非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5として  
はTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはS  
iO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/Ni  
Feの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁  
気抵抗効果素子1としてはTa(5nm)/NiFe  
(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3  
nm)/NiMn(30nm)/Ta(2nm)をPR工  
程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端  
部に接するようにCoCrPtとMo下電極層を積層し  
た。

【0042】このヘッドを図3のような記録再生一体型  
ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記  
録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μ  
m、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保  
磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生  
出力を測定した場合の諸特性を図11に示す。また、こ  
れらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行  
ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化  
しなかった。

【0043】次に磁気抵抗効果素子としてNiO系スピ  
ンバルブを用いて図2のタイプのフラックスガイド型素  
子を試作した。このとき、強磁性体基板8としてはNi  
Znフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9として  
はSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、  
磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、Mn  
Znフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、  
非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5として  
はTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはS  
iO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/Ni  
Feの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁  
気抵抗効果素子1としてはNiO(50nm)/Co<sub>90</sub>  
Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(2.5nm)/NiFe(3  
nm)/Ta(2nm)をPR工程により2×1μmの  
大きさに加工して用いた。この端部に接するようにC  
oCrPtとMo下電極層を積層した。

【0044】このヘッドを図3のような記録再生一体型  
ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記  
録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μ  
m、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保  
磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生  
出力を測定した場合の諸特性を図12に示す。また、こ  
れらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行

ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0045】次に本発明によるヘッドへの適用を目的に、上記磁気抵抗効果ヘッドの磁気抵抗効果素子に、請求項に記載の磁気抵抗効果膜を試作した。

【0046】はじめに、従来例として、ガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(1nm)/Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>(5nm)という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、7%という抵抗変化率が得られた。この素子の比抵抗は印加磁場零で25μΩcmであり、比抵抗変化量は1.75μΩcmになった。

【0047】次に、ガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(2.5nm)/固定磁性層(6nm)という構成で固定磁性層に種々の合金を用いて磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせた場合の抵抗変化率、比抵抗及び比抵抗変化量を図13に示した。いずれの場合も図13にあげたような材料を用いない場合と比べて、比抵抗変化量が増大した。

【0048】次にガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(1.5nm)/Co<sub>74</sub>Zr<sub>6</sub>Mo<sub>20</sub>(1.5nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>74</sub>Zr<sub>6</sub>Mo<sub>20</sub>(6nm)という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、6.0%という抵抗変化率が得られた。この素子の比抵抗は印加磁場零で65μΩcmであり、比抵抗変化量は3.9μΩcmになった。

【0049】次にガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(1.5nm)/Co<sub>74</sub>Zr<sub>6</sub>Mo<sub>20</sub>(1.5nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>74</sub>Zr<sub>6</sub>Mo<sub>20</sub>(3nm)/Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、5.0%という抵抗変化率が得られた。この素子の比抵抗は印加磁場零で45μΩcmであり、比抵抗変化量は2.25μΩcmになった。

【0050】次にガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3.0nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置によ

り、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、4.8%という抵抗変化率が得られた。この構成の膜では1μm幅にパターン化した素子においても磁界感度が良好であった。これはCo<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)部の2つのCo<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>層がRuを通してアンチフェロ的にカップリングしているために自由磁性層の実効的な磁化が非常に小さく、固定磁性層と自由磁性層との間の静磁結合が小さくなるためと考えられる。この素子の比抵抗は印加磁場零で43μΩcmであり、比抵抗変化量は2.1μΩcmになった。

【0051】次にガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、4.9%という抵抗変化率が得られた。この構成の膜では1μm幅にパターン化した素子においても磁界感度が良好であった。これはCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)部の2つのCoFe層がRuを通してアンチフェロ的にカップリングしているために自由磁性層の実効的な磁化が非常に小さく、固定磁性層と自由磁性層との間の静磁結合が小さくなるためと考えられる。この素子の比抵抗は印加磁場零で41μΩcmであり、比抵抗変化量は2.0μΩcmになった。

【0052】次にガラス基板/Ni酸化物(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)という構成で磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせたところ、4.5%という抵抗変化率が得られた。この構成の膜では1μm幅にパターン化した素子においても磁界感度が良好であった。これはCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm)の2つのCoFe層及びCo<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)/Ru(0.4nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(3nm)部の2つのCo<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>層がRuを通してアンチフェロ的にカップリングしているために自由磁性層の実効的な磁化が非常に小さく、固定磁性層と自由磁性層との間の静磁結合が小さくなるためと考えられる。この素子の比抵抗は印加磁場零で38μΩcmであり、比抵抗変化量は1.7μΩcmになった。

【0053】はじめに、反強磁性層/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3



nm)/Cu (2.5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub> (6nm) という構成で下地層/反強磁性層に種々の合金を用いて磁気抵抗効果膜を作成した。成膜はマグネトロンスパッタ装置により、500Oeの印加磁界中で行った。この磁気抵抗効果膜を成膜磁界に平行な方向に磁界を印加し、M-H曲線を描かせた場合の抵抗変化率、比抵抗及び比抵抗変化量を図14に示した。

【0054】最後に、上記の磁気抵抗効果膜を請求項に記載のヨーク型及びフラックスガイド型素子に適用した例を示す。はじめに、Ni酸化物/Fe酸化物2層膜を反強磁性層に、Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>をフリー磁性層に用いて、図1のタイプのヨーク型素子を作成した。

【0055】このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子1としてはNi酸化物(50nm)/Fe酸化物(2nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>Nb<sub>5</sub>(6nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端部に接するようにCoCrPtとMo下電極層を積層した。

【0056】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図15に示す。また、これらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0057】次に、NiMnを反強磁性層に、Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>をフリー磁性層に用いて、図1のタイプのヨーク型素子を作成した。このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子1としてはTa(5nm)/Co<sub>92</sub>Zr<sub>3</sub>(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/NiMn(30nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端部に接するよう

にCoCrPtとMo下電極層を積層した。

【0058】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図16に示す。また、これらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0059】次に、FeMnを反強磁性層に、Co<sub>72</sub>Fe<sub>8</sub>B<sub>20</sub>をフリー磁性層に用いて、図1のタイプのヨーク型素子を作成した。このとき、強磁性体基板8としてはNiZnフェライトを、溝に形成する非磁性絶縁体9としてはSi酸化物を、電極10としてはTa/Au/Taを、磁性絶縁層14としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、又はMgZnフェライトの3種類を、非磁性絶縁層11としてはアルミナを、ヨーク5としてはTa/NiFe積層膜を、非磁性絶縁体9としてはSiO<sub>2</sub>を用いた。記録媒体12にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子1としてはTa(5nm)/Co<sub>72</sub>Fe<sub>8</sub>B<sub>20</sub>(6nm)/Cu(2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/FeMn(10nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。この端部に接するようにCoCrPtとMo下電極層を積層した。

【0060】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図17に示す。また、これらのヘッドを80℃、500Oeの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0061】次に、反強磁性層にNiOを、フリー磁性層にCo<sub>92</sub>Hf<sub>5</sub>Pd<sub>3</sub>を用いて、図2のタイプのフラックスガイド型素子を作成した。このとき、下シールド21としてはNiFeを、非磁性絶縁層22及び24としてはアルミナを、磁性絶縁層25としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライトの3種類を、フラックスガイド26としてはNiFeを、非磁性絶縁層27としてはアルミナを、上シールド28としてはCoZrTaを、電極29としてはTa/Au/Taを、磁気抵抗効果素子の磁区安定用バイアス層30としてはCoCrPtを、フラックスガイドの磁区安定用バイアス31としてはNiMnをそれぞれ用いた。記録媒体にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子23としてはNiO(50nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/

Cu (2.5nm)/Co<sub>92</sub>Hf<sub>5</sub>Pd<sub>3</sub>/Ta (2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。

【0062】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図18に示す。また、これらのヘッドを80℃、5000eの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0063】次に、反強磁性層にNiMnを、フリー磁性層にCo<sub>82.5</sub>Zr<sub>5.5</sub>Ta<sub>4</sub>Nb<sub>8</sub>を用いて、図2のタイプのフラックスガイド型素子を作成した。このとき、下シールド21としてはNiFeを、非磁性絶縁層22及び24としてはアルミナを、磁性絶縁層25としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライトの3種類を、フラックスガイド26としてはNiFeを、非磁性絶縁層27としてはアルミナを、上シールド28としてはCoZrTaを、電極29としてはTa/Au/Taを、磁気抵抗効果素子の磁区安定用バイアス層30としてはCoCrPtを、フラックスガイドの磁区安定用バイアス31としてはNiMnをそれぞれ用いた。記録媒体にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子23としてはTa (5nm)/NiMn (30nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cu (2.5nm)/Co<sub>82.5</sub>Zr<sub>5.5</sub>Ta<sub>4</sub>Nb<sub>8</sub>/Ta (2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。

【0064】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図19に示す。また、これらのヘッドを80℃、5000eの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0065】次に、反強磁性層にFeMnを、フリー磁性層にCo<sub>79</sub>Zr<sub>10</sub>Mo<sub>9</sub>Ni<sub>2</sub>を用いて、図2のタイプのフラックスガイド型素子を作成した。このとき、下シールド21としてはNiFeを、非磁性絶縁層22及び24としてはアルミナを、磁性絶縁層25としてはNiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライトの3種類を、フラックスガイド26としてはNiFeを、非磁性絶縁層27としてはアルミナを、上シールド28としてはCoZrTaを、電極29としてはTa/Au/Taを、磁気抵抗効果素子の磁区安定用バイアス層30としてはCoCrPtを、フラックスガイド

の磁区安定用バイアス31としてはNiMnをそれぞれ用いた。記録媒体にはCoCrPt/NiFeの2層媒体を、媒体用基板にはガラスを用いた。磁気抵抗効果素子23としてはTa (5nm)/Co<sub>79</sub>Zr<sub>10</sub>Mo<sub>9</sub>Ni<sub>2</sub>/Cu (2.5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/FeMn/Ta (2nm)をPR工程により2×1μmの大きさに加工して用いた。

【0066】このヘッドを図3のような記録再生一体型ヘッドに加工及びスライダ加工し、媒体上にデータを記録再生した。このとき、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。媒体の保磁力は2.5kOeである。記録マーク長を変えて再生出力を測定した場合の諸特性を図20に示す。また、これらのヘッドを80℃、5000eの中で環境試験を行ったが1500時間までの間でエラーレートは全く変化しなかった。

【0067】次に本発明を適用して試作された磁気ディスク装置の説明をする。磁気ディスク装置は、ベース上に3枚の磁気ディスクを備え、ベース裏面にヘッド駆動回路及び信号処理回路と入出力インターフェイスとを収めている。外部とは32ビットのバスラインで接続される。磁気ディスクの両面には6個のヘッドが配置されている。ヘッドを駆動するためのロータリーアクチュエータとその駆動及び制御回路、ディスク回転用スピンドル直結モータが搭載されている。ディスクの直径は46mmであり、データ面は直径10mmから40mmまでを使用する。埋め込みサーボ方式を用い、サーボ面を有しないため高密度化が可能である。本装置は、小型コンピュータの外部記憶装置として直接接続が可能になっている。入出力インターフェイスには、キャッシュメモリを搭載し、転送速度が毎秒5から20メガバイトの範囲であるバスラインに対応する。また、外部コントローラを置き、本装置を複数台接続することにより、大容量の磁気ディスク装置を構成することも可能である。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、ヨーク型又はフラックスガイド型の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、外部磁界を導くヨーク又はフラックスガイドを磁性絶縁層又は軟磁性層を介して磁気抵抗効果素子に配置したことにより、外部磁界を効率よく磁気抵抗効果素子に導くことができるので、磁気抵抗効果素子が後退しているがゆえの高耐久性を維持しつつ、大きな再生出力及び良好な周波数特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの第一実施形態を示し、図1(a)は図1(b)のa-a線縦断面図であり、図1(b)は正面図である。

【図2】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの第二実施形態を示し、図2(a)は要部断面図であり、図2(b)は分解斜視図である。

【図3】本発明に係る記録再生用の磁気抵抗効果ヘッドの分解斜視図である。

【図4】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドを用いた磁気記録再生装置の概略斜視図である。

【図5】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の第一例を示す断面図である。

【図6】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の第二例を示す断面図である。

【図7】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例1を示す図表である。

【図8】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例2を示す図表である。

【図9】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例3を示す図表である。

【図10】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例4を示す図表である。

【図11】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例5を示す図表である。

【図12】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例6を示す図表である。

【図13】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例7を示す図表である。

【図14】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例8を示す図表である。

【図15】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例9を示す図表である。

【図16】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例10を示す図表である。

【図17】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例11を示す図表である。

【図18】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例12を示す図表である。

【図19】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例13を示す図表である。

【図20】本発明に係る磁気抵抗効果ヘッドの実施例14を示す図表である。

【符号の説明】

1 磁気抵抗効果素子

5 ヨーク

8 強磁性体基板

9 非磁性絶縁体

10 電極

11 非磁性絶縁層

12 媒体

13 媒体用基板

14 磁性絶縁層

21 下シールド

22 非磁性絶縁層

23 磁気抵抗効果素子

24 非磁性絶縁層

25 磁性絶縁層

10 26 フラックスガイド

27 非磁性絶縁層

28 上シールド

29 電極

30 縦バイアス層

31 フラックスガイド磁区安定化用バイアス層

40 磁気検出部

41 下部シールド膜

42 上部シールド膜

43 下部磁性膜

20 44 上部磁性膜

45 コイル

46 基体

47 電極

50 ヘッドスライダ

51 記録トラック幅

52 基板

53 電極膜

54 磁気抵抗効果素子

55 自由磁性層磁化

30 56 漏れ磁界

57 ABS面

58 記録媒体

59 固定磁性層磁化

101 下地層

102 反強磁性層

103 固定磁性層

104 第1MRエンハンス層

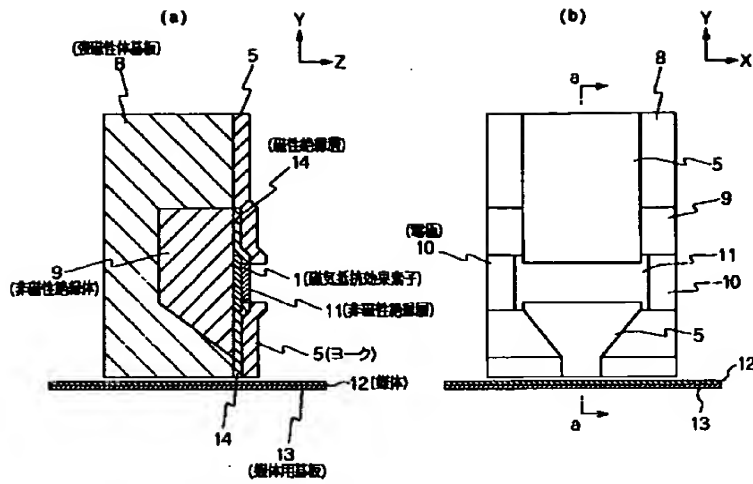
105 非磁性層

106 第2MRエンハンス層

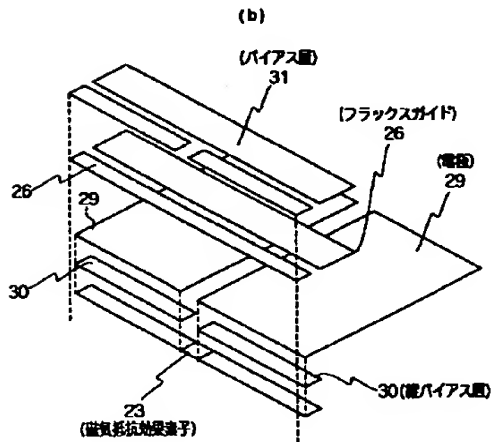
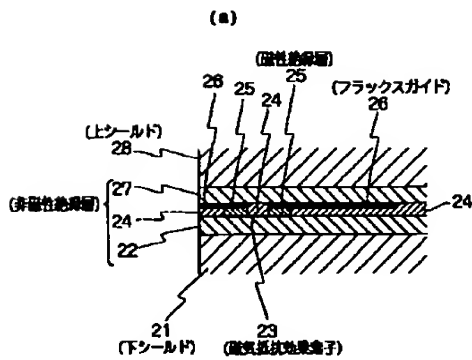
40 107 自由磁性層

108 保護層

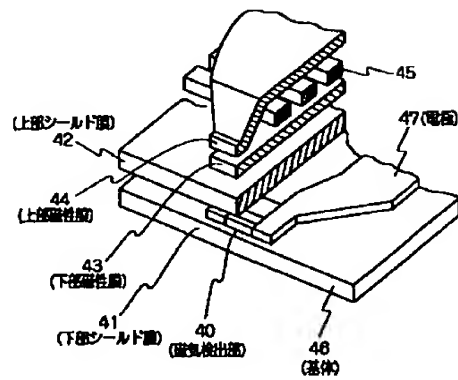
【図1】



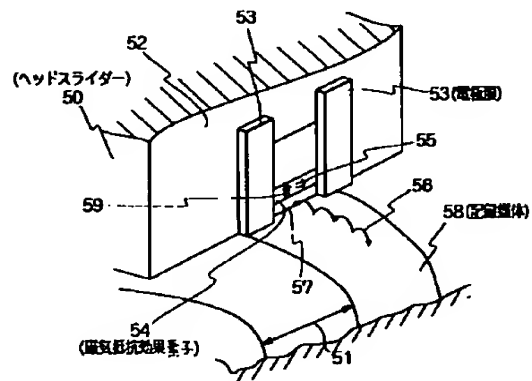
【図2】



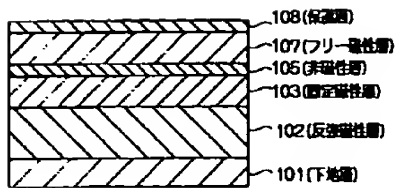
【図3】



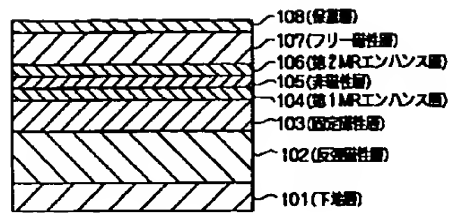
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

磁性絶縁層	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が半減する周波数 (kFCI)	150	153	148
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.8	2.0	1.9
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	24.3	24.2	24.0
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図8】

磁性絶縁層	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が半減する周波数 (kFCI)	140	144	145
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.5	1.8	1.6
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	24.3	24.2	24.0
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図9】

磁性絶縁層	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が半減する周波数 (kFCI)	155	158	156
再生出力 (peak to peak) (mV)	2.3	2.5	2.3
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	25.2	25.3	25.2
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図10】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCl)	133	136	133
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.6	1.6	1.5
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	24.0	24.1	24.0
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-6}$ 以下

【図11】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCl)	132	134	135
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.1	1.3	1.1
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	23.8	23.9	23.8
エラーレート	$10^{-5}$ 台	$10^{-5}$	$10^{-6}$ 台

【図12】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCl)	145	145	145
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.9	1.9	1.8
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	24.3	24.5	24.4
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図13】

固定磁性層	磁化率 (%)	比抵抗 ( $\mu\Omega\text{cm}$ )	比抵抗変化量 ( $\mu\Omega\text{cm}$ )
$\text{Co}_{92}\text{Zr}_8$	6.5	50	3.2
$\text{Co}_{92}\text{Zr}_{17}$	5.0	62	3.1
$\text{Co}_{92}\text{Hf}_8$	6.2	52	3.2
$\text{Co}_{92}\text{Ta}_{17}$	5.3	64	3.4
$\text{Co}_{92}\text{Ta}_7$	6.4	51	3.3
$\text{Co}_{92}\text{Zr}_3\text{Nb}_5$	6.7	63	4.2
$\text{Co}_{92}\text{Hf}_5\text{Pd}_3$	6.5	63	4.1
$\text{Co}_{92}\text{Ta}_8\text{Hf}_4$	5.8	59	3.4
$\text{Co}_{92}\text{Nb}_9\text{Hf}_4$	5.5	57	3.1
$\text{Co}_{92}\text{Ta}_9\text{Zr}_4$	5.4	59	3.2
$\text{Co}_{92}\text{Nb}_9\text{Zr}_3$	5.8	61	3.5
$\text{Co}_{92}\text{Zr}_4\text{Ta}_4$	6.1	58	3.5
$\text{Co}_{92}\text{Zr}_{10}\text{Mo}_3\text{Ni}_2$	5.8	66	3.8
$\text{Co}_{92.5}\text{Zr}_{6.5}\text{Ta}_4\text{Nb}_3$	5.5	62	3.4
$\text{Co}_{94}\text{Zr}_6\text{Mo}_{20}$	5.8	70	4.1
$\text{Co}_{92}\text{Fe}_8\text{B}_{10}$	4.9	72	3.5

【図14】

反強磁性層	抵抗変化率 (%)	比抵抗 ( $\mu\Omega\text{cm}$ )	比抵抗変化量 ( $\mu\Omega\text{cm}$ )
Ni酸化物 (50nm)	6.7	63	4.2
FeMn (10nm)	4.5	58	2.6
NiMn (30nm)	4.2	48	1.9
IrMn (30nm)	4.5	57	2.6
PtPdMn (30nm)	4.5	58	2.5
Ni酸化物 (50nm) /Co酸化物 (1nm)	7.0	63	4.4
Ni酸化物 (50nm) /Fe酸化物 (2nm)	8.5	62	4.0

【図15】

磁性絶縁層	NiZnフェライト	MnZnフェライト	MgZnフェライト
再生出力が平減する周波数 (KFCI)	150	153	148
再生出力 (peak to peak) (mV)	2.7	2.8	2.7
ノイズ特性	良好	良好	良好
対称性	良好	良好	良好
S/N (dB)	26.3	26.1	26.5
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図16】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCI)	144	147	146
再生出力 (peak to peak) (mV)	2.2	2.4	2.3
ノイズ特性	良好	良好	良好
対雑性	良好	良好	良好
S/N (dB)	25.4	25.7	25.6
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図17】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCI)	149	151	141
再生出力 (peak to peak) (mV)	2.3	2.5	2.4
ノイズ特性	良好	良好	良好
対雑性	良好	良好	良好
S/N (dB)	25.9	26.0	26.0
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図18】

磁性体組成	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が平減する周波数 (kFCI)	144	142	143
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.9	2.2	2.0
ノイズ特性	良好	良好	良好
対雑性	良好	良好	良好
S/N (dB)	25.9	26.0	25.9
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下



【図19】

磁気絶縁層	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が半減する周波数 (kFCI)	148	144	150
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.8	1.8	1.9
ノイズ特性	良好	良好	良好
対毒性	良好	良好	良好
S/N (dB)	24.8	24.9	25.4
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下

【図20】

磁気絶縁層	NiZn フェライト	MnZn フェライト	MgZn フェライト
再生出力が半減する周波数 (kFCI)	148	149	144
再生出力 (peak to peak) (mV)	1.8	2.1	1.8
ノイズ特性	良好	良好	良好
対毒性	良好	良好	良好
S/N (dB)	25.8	25.9	25.2
エラーレート	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下	$10^{-8}$ 以下